



(19) RU (11) 2 080 673 (13) C1  
(51) Int. Cl. 6 H 01 B 12/00, C 04 B 35/00

RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

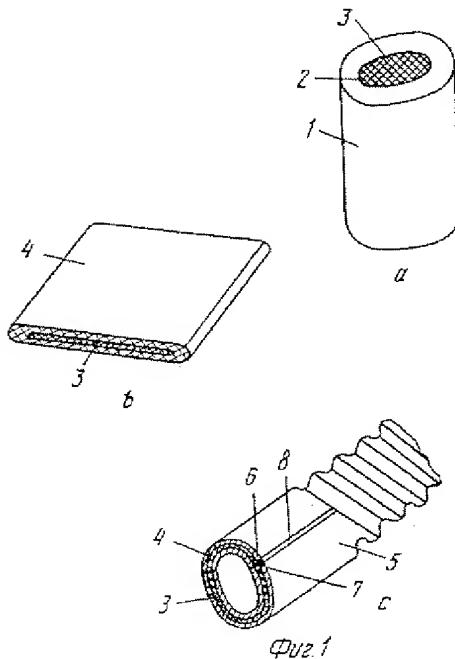
(21), (22) Application: 4831917/07, 24.12.1990  
(30) Priority: 27.02.1990 DE P 4006094.2  
(46) Date of publication: 27.05.1997

(71) Applicant: Kabel'metal Ehlektro GmbKh (DE), Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie "VNIKIP" (RU)  
(72) Inventor: Gerkhard Tsimek[DE], Peshkov Izziaslav Borisovich[RU], Svalov Grigorij Gennad'evich[RU], Sytnikov Viktor Evgen'evich[RU], Mitrokhin Valerij Alekseevich[RU]  
(73) Proprietor: Kabel'metal Ehlektro GmbKh (DE), Nauchno-proizvodstvennoe ob"edinenie "VNIKIP" (RU)

(54) HIGH-TEMPERATURE SUPERCONDUCTOR AND METHODS OF ITS MANUFACTURE

(57) Abstract:  
FIELD: electrical engineering. SUBSTANCE: high-temperature superconductor has conductive element based on mixture of ceramic oxides manufactured in the form of laminate and its carrier - metal tube. Conductive element is located in wall of tube. Methods of manufacture of high-temperature superconductor are based on formation of tube from strip with mixture of ceramic oxides, on welding of its edges with formation of longitudinal weld and on thermal treatment of tube to impart it with superconductive properties. One of methods includes following operations to make strip: holes made in thick-wall metal body of small length are injected with ceramic oxides in the form of powder or granules, then body is expanded into strip. Second method provides for following operations: metal profiled body with depressions or grooves is injected with ceramic oxides, these depressions or grooves are covered by metal profile and obtained body is expanded into strip. Next method is based on arrangement of metal conductors on profiled body, space between them is filled with oxides which are covered and prepared multilayer billet is expanded into strip. In agreement with last method conductors made from silver shells inside which ceramic oxide core is placed are put into metal envelope, produced profiled body is expanded into strip. EFFECT: increased

reliability of protection of ceramic oxide material from mechanical injury, provision for constant contact with metal matrix. 5 cl, 7 dwg



RU 2 080 673 C1

RU 2 080 673 C1

Изобретение относится к высокотемпературному сверхпроводнику из гофрированной металлической трубы в качестве носителя сверхпроводящего слоя из керамических материалов.

Высокотемпературные сверхпроводники соответствующего родствому признаку типа известны на протяжении нескольких лет, причем под ними следует понимать такие материалы, температура скачка которых составляет 100К и выше. Несмотря на то, что уже предлагалось ("Der Электрикер", 11/87, с. 342) нанесение состоящей, например из смесей окислов иттрия, бария, меди и кислорода керамики чрезвычайно тонким слоем на поверхность проводников, как и прежде сохраняется проблема, связанная с возникновением опасности для такого слоя в случае, если проводники подвергают дальнейшей обработке и при этом должны выполняться процессы намотки. С точки зрения дальнейших механических нагрузок, проблемы возникают также в случае, если такие проводники должны использоваться, например для кабелей или линий и если к конечному изделию предъявляются требование повышенной гибкости.

Для решения этой проблемы предложено использовать металлический носитель в виде гофрированной металлической трубы. Использованные смеси окислов, которые нанесены на металлическую трубу, обеспечивают возможность создания сверхпроводников с практически неограниченной длиной и высокой гибкостью. Сама металлическая труба, которая изготовлена, например из меди, служит в качестве механической опоры также и в местах соединения или присоединения, однако может использоваться также в качестве обычного проводника в том случае, если, например, возникают повреждения в системе подачи охлаждающего средства и эта система оказывается неспособной к достижению сверхпроводящего состояния.

Исходя из этого уровня техники целью изобретения является повышение надежности защиты слоя из окисло-керамических материалов от возможного механического повреждения, обеспечение постоянного контакта с окружающей металлической матрицей и, кроме того, обеспечение высокой гибкости сверхпроводника.

В соответствии с изобретением эта цель достигается за счет того, что керамические смеси окислов включены в виде продольно проходящего ламината в стенке гофрированной металлической трубы. Такой сверхпроводник является чрезвычайно гибким и может изготавливаться практически любой длины. В соответствии с этим сверхпроводящий слой включен с надежной защитой от механических повреждений внутрь стенок трубы и разрушение проходящего слоя керамики исключается даже при воздействии изгибающих нагрузок.

Сверхпроводящий слой, который проходит в качестве ламината в стенке трубы в продольном направлении, может представлять собой проходящий по поверхности трубы единий слой. Наиболее предпочтительный случай заключается, однако, в распределении сверхпроводящего слоя отдельными ветвями ламината, которые

расположены распределенными в продольном направлении по периметру трубы. Исходя из того, что в результате этого достигается дальнейшее снижение подверженности передающего слоя повреждениям, распределение на отдельные ламинаты ведет к разгрузке по тому и, следовательно, к уменьшению плотности тока в эксплуатационном состоянии.

Другой соответствующий изобретению вариант заключается в этой взаимосвязи в том, что отдельные ветви ламината применительно к внутренней или внешней поверхности трубы расположены смещеными относительно друг друга. Также и эта мера ведет к разгрузке отдельных ветвей в процессе эксплуатации. Соответствующая изобретению мера ведет, однако, также к достижению повышенной механической стабильности сверхпроводника, так как области между ветвями ламината, заполненные несущим материалом, образуют опорные точки для многослойной конструкции сверхпроводника.

Соответствующий изобретению сверхпроводник может изготавливаться любым образом, если только обеспечено надежное крепление керамических смесей окислов в качестве проходящего слоя в стенке гофрированной металлической трубы. Особо предпочтительная форма исполнения для изготовления соответствующего изобретению сверхпроводника получается, если в отверстии толстостенных металлических профильных тел небольшой длины вводят керамические смеси окислов в форме порошка или гранулята, после чего заполненное таким образом профильное тело развальцовывают в ленту. Эту ленту в виде продольно входящего полотна материала формуют в трубу, сваривают на кромках с формированием продольного шва и затем эту трубу гофрируют и подвергают температурной обработке с целью придания сверхпроводящих свойств.

Металлическое профильное тело, которое используется для этой цели в качестве исходного материала и состоит, например из мели, а также, возможно, из серебра, может представлять собой, например толстостенную металлическую трубу с центральным отверстием. После этого в это отверстие вводят порошок или гранулят смеси окислов. Другая возможность заключается в использовании толстостенного металлического блока с проходящими в осевом направлении отдельными отверстиями, которые затем заполняют керамическими смесями окислов. Если отдельные отверстия в металлическом блоке расположены параллельно друг другу, но в различных относительно друг друга плоскостях, то в этом случае при развальцовывании этого блока возникают сверхпроводящие ламинаты, которые расположены смещеными относительно друг друга в окружающей металлической матрице. В зависимости от внешних размеров металлического блока, служащего в качестве исходного материала, могут изготавливаться ленты любой длины.

Как уже пояснялось выше, развальцованные из таких металлических блоков ленты формуются с помощью известных формовочных приспособлений в

трубу, после чего кромки ленты стыкуют между собой и взаимно сваривают с помощью электрической дуги или лазера. С целью достижения безупречного сварного шва не в области сверхпроводящих слоев, а в несущем материале, когда достигается беспроблемное последующее гофрирование трубы, расстояние между центрическим отверстием или внешними отверстиями и внешними поверхностями профильного тела выбирают так, что этот участок в развалицованным состоянии обеспечивают количество материала, необходимое для сварки кромок ленты. В соответствии с этим это расстояние должно составлять не менее 4 мм с учетом того, что перед формовкой ленты в трубу предусмотренные для сварки кромки ленты обрезают при непрерывном прохождении применительно к одному единому размеру.

Сами профильные тела могут состоять из проницаемого для кислорода металла, например серебра или сплава серебра, однако, зачастую достаточно изготавливать профильные тела, которые развалицовывают в ленту из меди. Чтобы не отказываться от кислородной проницаемости серебра, в этом случае наиболее предпочтительным является вариант, при котором отверстия, выемки или пазы состоящих из меди профильных тел имеют покрытие из серебра.

Отверстия для приема керамических смесей окислов в профильных телах могут изготавливаться посредством механического сверления исходных профилей, которые имеют в поперечном сечении круглую или квадратную форму. Другая возможность заключается в изготовлении этих профильных тел в ходе одного процесса литья, причем вместо отверстия или отверстий в отлитом профиле присутствуют сердечники, которые затем удаляются, деблокируя тем самым выемки для смесей окислов.

В случае следующей формы исполнения изобретения предпочтительное изготовление ленты заключается в том, что в выемки или пазы толстостенных металлических профильных тел небольшой длины вводят керамические смеси окислов в форме порошка или гранулята, отверстие или пазы закрывают затем следующим металлическим профилем, например покрытым листом, и этот двух- или многослойный профиль развалицовывают в ленту. Аналогично предшествующему случаю эту ленту формуют в трубу, сваривают на кромках с образованием продольного шва и изготовленную таким образом трубу гофрируют и в завершение подвергают температурной обработке для достижения свойств сверхпроводимости. Такой вариант исполнения изобретения вследствие открытых вверх пазов или выемок обеспечивает возможность постоянного контроля при вводе керамических смесей окислов, а также возможность целевого ввода в продольном направлении профиля дополнительных нитей, жгутов или проводников в качестве связующего средства для смесей окислов. Закрывание пазов или выемок осуществляют предпочтительно профилем, пластиной или листом из того же материала, из которого выполнено профильное тело с пазами или выемками. В результате того, что серебро является проницаемым для кислорода, закрывание

пазов может осуществляться также серебряной пластиной. Существенным, однако, также и для этого случая является то, что для уплотнения керамических смесей окислов для образования сверхпроводящего слоя должен использоваться процесс развалицовывания, после осуществления которого возникает лента, которую затем формуют в трубу и сваривают на кромках или гофрируют.

Следующая предпочтительная возможность для изготовления сверхпроводящего проводника в соответствии с изобретением заключается в том, что на поверхности толстостенного металлического профильного тела с небольшой длиной в осевом направлении рядом друг с другом крепят расположенные на расстоянии друг от друга металлические проводники, предпочтительно из серебра, и образованные в результате этого промежуточные пространства между проводниками заполняют смесями окислов. Аналогично случаю предшествующего соответствующего изобретению решения в данном случае вновь должны закрываться содержащие порошок или гранулят промежуточные пространства, в результате чего может выполняться процесс развалицовывания, необходимый для уплотнения керамических смесей окислов и внедрения этих материалов в металлическую матрицу. Аналогично предшествующим формам исполнения изготовленную таким образом ленту сваривают с образованием продольного шва, формуют в трубу и гофрируют.

В предпочтительном случае можно отказаться от подготовки металлического профильного тела в качестве носителя для керамических смесей окислов и использовать другую возможность, которая заключается в том, что сначала рядом друг с другом располагают состоящие из серебряной оболочки и сердечника из окисной керамики проводники, которые при таком взаимном расположении заключают в металлическую оболочку. Оболочка может изготавливаться электролитическим путем или также за счет того, что эти проводники заливают в течение одного цикла отливки несущим материалом. В данном случае главное преимущество заключается в том, что керамические смеси окислов уже определены в предварительной форме из проницаемого для кислорода материала до осуществления внедрения, например в медную матрицу.

Независимо от различных способов изготовления, которые все в конечном итоге обуславливают изготовление металлической трубы из сваренной с использованием продольного шва ленты, во многих случаях оказывается целесообразным вариант, когда оксиднокерамические материалы содержат металлические связующие средства. В качестве последнего может использоваться, например серебро, которое содержится в виде порошка, гранулята, хлопьев или также в качестве кусков или отрезков провода в смеси окислов.

Изобретение поясняется ниже более подробно на примерах исполнения чертежами 1-5.

Как видно (фиг. 1) в цилиндрическом профильном теле 1 из меди предусмотрено центральное отверстие 2, заполненное

сверхпроводящим материалом 3 на основе керамических смесей окислов. Это профильное тело 1 с относительно небольшой длиной затем развалицовывают в ленту 4 (фиг. 1в), причем оксидно-керамический порошок 3 уплотняют и готовят к достижению последующих свойств сверхпроводимости. Длина изготовленной таким образом медной ленты с включенным ламинатом из сверхпроводящего материала зависит в основном от количества материала, которое имеется в распоряжении в соответствии с размерами профильного тела 1, а также от того, какие размеры должно иметь готовое изделие. Как уже давно известно в отношении изготовления оболочек кабелей, а также труб или электрических полых проводников, ленту 4 (фиг. 1с) формуют с помощью пригодных для этой цели формовочных инструментов в трубу 5, причем сстыкование друг с другом кромки 6 и 7 ленты соединяют с помощью сварного шва 8. Образованную таким образом трубу гофрируют, причем эта гофрировка, как также уже известно, может быть спиральной или кольцевой с проходящими взаимно параллельно гребнями и впадинами. Независимо от вида желаемой гофрировки в результате возникает гибкий высокотемпературный сверхпроводник, сверхпроводящий слой которого после соответствующей температурной обработки в совокупности с гофрировкой надежно внедрен в медную матрицу, то есть защищен от внешних механических нагрузок.

В отличие от этого на фиг. 2 изображена форма исполнения изобретения, при которой в качестве исходной формы или исходного профиля для изготовления ленты служит медный блок 9 (фиг. 2а), содержащий отверстия 10, смещенные в осевом направлении и заполнение окисно-керамическим материалом 11. Для уплотнения этого материала и подготовки к достижению свойств сверхпроводимости также и в этом случае выполняется процесс развалицовывания, который (фиг. 2в) ведет к изготовлению ленты 12, в которой присутствуют проходящие в осевом направлении ламинаты 13 из сверхпроводящих керамических смесей окислов. Следующий способ протекает в соответствии с описанным выше, эту ленту после того, как кромки будут обрезаны в ходе одного процесса резания для последующей сварки, вводят в формовочное устройство, формуют там в трубу и в завершение с помощью известных средств, то есть с помощью электродуговой или лазерной сварки кромки ленты герметически соединяют между собой.

На фиг. 3 изображена форма исполнения изобретения, в которой в качестве исходного материала для изготовления ленты используют медный профиль 14, содержащий продольно проходящие пазы 15. Эти пазы 15 заполняют керамическими смесями 16 окислов и закрывают пластиной 17, которая предпочтительно покрывает все профильное тело 14 в целом. Эта пластина 17 соединяется с профильным телом 14 посредством сварки, пайки или т.п. а также может быть выполнена из того же материала, например из меди. Для того, чтобы также и в этом случае использовать преимущество

хорошей проницаемости серебра для кислорода, покрытие 17 может быть изготовлено, разумеется, из этого материала. Возможен также вариант, при котором пазы 15 имеют покрытие 18 из серебра. Так же и это многослойное исполнение подвергают с целью уплотнения смесей 16 окислов и для изготовления легко обрабатываемой металлической ленты соответствующему развалицовыванию с последующим приданием необходимого поперечного сечения. После выравнивания кромок ленты из этого материала ленты изготавливают трубу, которая подвергается гофрированию и содержит в соответствии с параметрами профильного тела 14 внедренный в стенки металлической трубы сверхпроводящий слой в виде проходящих в продольном направлении сверхпроводящих ламинатов. Такая труба может изгибаться, обрабатываться с помощью обычных машин для обработки кабелей и прокладываться аналогично известным кабелям без какой-либо опасности повреждения сверхпроводящего слоя окисной керамики. Если металлургическое соединение между профильным телом 14 и покрытой пластиной или покрытым профилем 17 осуществляется с помощью сварки, то в этом случае применительно к изобретению может быть использован так называемый способ роликовой контактной сварки, а также способ сварки взрывом, который гарантирует означенное соединение обеих частей материала. Независимо от выбранного способа сварки после этого должно обязательно осуществляться развалицовывание, которое необходимо для уплотнения керамических смесей окислов с целью придания им свойств сверхпроводимости.

Следующая форма исполнения изобретения показана на фиг. 4. В данном случае на имеющем форму пластины профильном теле 19 расположены проходящие в осевом направлении металлические проводники 20, предпочтительно из серебра, причем эти проводники образуют между собой промежуточные пространства 21, которые в соответствии со следующим замыслом изобретения заполняют керамическими смесями 22 окислов. Пластина 23 используется для внешнего закрывания, в результате чего сверхпроводящие вещества 22 удерживаются в своем положении. Дополнительные боковые профили 24 и 25 обеспечивают герметичные боковое запирание этого многослойного профиля. Также и в этом случае профили 19, 23 и 24 или 25 надежно соединяются между собой посредством сварки давлением, роликовой сварки или сварки взрывом. Последующий процесс развалицовывания в направлении проходящих в продольном направлении металлических проводников 20 ведет к уплотнению оксидно-керамического материала, а также к изготовлению металлической ленты с включенными сверхпроводниками, которая может использоваться в качестве исходного материала для гибкой гофрированной трубы.

Первоначальные примеры исполнения показывают способы, которые исходят из подготовленных для введения

C1 3 7 0 8 0 6 7 3 RU 2080673

сверхпроводящих смесей окислов профилей, представляющих собой исходный материал для последующей металлической ленты. В отличии от этого на фиг. 5 изображена следующая возможность изготовления соответствующей изобретению гофрированной металлической трубы, в которой сверхпроводящий материал используют в форме самнесущих жгутов. С этой целью (фиг. 5а) серебряная труба 26 с заполнителем 27 из керамических смесей окислов уменьшается в поперечном сечении настолько, что возникает формовочный жгут 28. Жгуты 28 после этого ориентируют рядом друг с другом в осевом направлении и затем охватывают металлической оболочкой 29 из медного материала (фиг. 5в). С этой целью могут использоваться способы на базе электролиза, однако также и такие способы, при которых оболочку 29 наносят с помощью процесса литья. Охваченные серебряной оболочкой 26 сверхпроводящие жгуты надежно удерживаются в окружающей их металлической оболочке 29, причем это справедливо также и в отношении последующего процесса развалицовывания, который обуславливает уплотнение частиц смеси окислов и одновременно уменьшение общего профиля 30 в поперечном сечении вплоть до окончательного поперечного сечения ленты.

В соответствии с фиг. 5с можно действовать также таким образом, что жгуты 28 хотя и располагаются вновь в одной плоскости рядом друг с другом, однако конечные жгуты 31 состоят из чисто металлических материалов, меди или серебра для обеспечения свободной от части окислов кромки для последующего процесса сварки. В качестве несущего материала служит медная матрица 32, нанесенная, например электролитическим путем.

Решающее значение для изобретения имеет не столько состав смесей окислов, которые известны в качестве способных к проявлению сверхпроводящих свойств материалов, и не столько вопрос о том, какие известные материалы, допускающие сверхпроводимость при высоких температурах, должны выбираться или использоваться в тех или иных количествах, сколько практическое использование этих смесей окислов с высокой температурой скачка в качестве сверхпроводников, а также указание способов, с помощью которых такие сверхпроводники могут изготавливаться промышленным путем. Изобретение позволяет изготавливать такие проводники практически любой длины и обеспечивает возможность наматывания этих проводников на барабан при сохранении высокой эксплуатационной надежности.

То же справедливо и в отношении рассмотренной в изобретении температурной обработки сверхпроводящего слоя посредством термической обработки гофрированной металлической трубы. С этой целью могут выбираться известные температурные диапазоны, приблизительно 850-1650°C, предпочтительно 900-1400°C.

#### Формула изобретения:

1. Высокотемпературный сверхпроводник, содержащий проходящий в продольном направлении проводящий элемент из смесей

керамических окислов и его носитель металлическую трубу, отличающийся тем, что проводящий элемент выполнен в виде ламината и расположен в стенке трубы.

5 2. Сверхпроводник по п.1, отличающийся тем, что металлическая труба выполнена гофрированной.

10 3. Сверхпроводник по п.1 или 2 отличающийся тем, что он дополнительно содержит по меньшей мере один ламинат, при этом каждый из ламинатов выполнен в виде жгута и расположены они по периметру трубы.

15 4. Сверхпроводник по п.3, отличающийся тем, что жгуты в сечении расположены по разным окружностям.

20 5. Способ изготовления высокотемпературного сверхпроводника, при котором ленту со смесями керамических окислов формуют в трубу, сваривают ее кромки с образованием продольного шва, после чего трубу гофрируют и подвергают температурной обработке для придания сверхпроводящих свойств, отличающийся тем, что для получения указанной ленты используют толстостенное металлическое профильное тело небольшой длины с отверстиями, вводят в последние смеси керамических окислов в виде порошка или гранулята, полученное профильное тело развалицовывают в ленту и осуществляют ее формование.

25 30 6. Способ по п. 5, отличающийся тем, что используют профильное тело в виде металлической трубы с центральным отверстием.

35 7. Способ по п. 5, отличающийся тем, что используют профильное тело в виде металлического блока с проходящими в осевом направлении отверстиями.

8. Способ по п. 7, отличающийся тем, что отверстия в блоке проходят взаимно параллельно и в разных плоскостях.

40 45 9. Способ по пп.5-8, отличающийся тем, что используют профильное тело, в котором расстояние между центральным отверстием или другими отверстиями и внешней поверхностью профильного тела обеспечивает в разваликованном состоянии необходимое количество для сварки кромок ленты материала.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что расстояние составляет по меньшей мере 4 мм.

11. Способ по пп.5-10, отличающийся тем, что профильное тело выполняют из меди.

12. Способ по пп.5-10, отличающийся тем, что профильное тело выполняют из серебра.

13. Способ по п.11, отличающийся тем, что поверхность отверстий покрывают серебром.

14. Способ изготовления высокотемпературного сверхпроводника, при котором ленту со смесями керамических окислов формуют в трубу, сваривают ее кромки с образованием продольного шва, после чего трубу гофрируют и подвергают температурной обработке для придания сверхпроводящих свойств, отличающийся тем, что для получения указанной ленты используют толстостенное металлическое профильное тело небольшой длины с выемками или пазами, вводят в последние смеси керамических окислов в виде порошка или гранулята, выемки или пазы закрывают вторым металлическим профилем,

1 C1  
2 3  
3 4  
4 5  
5 6  
6 7  
7 8  
8 9  
9 10  
10 11  
11 12  
12 13  
13 14  
14 15  
15 16  
16 17  
17 18  
18 19  
19 20  
20 21  
21 22  
22 23  
23 24  
24 25  
25 26  
26 27  
27 28  
28 29  
29 30  
30 31  
31 32  
32 33  
33 34  
34 35  
35 36  
36 37  
37 38  
38 39  
39 40  
40 41  
41 42  
42 43  
43 44  
44 45  
45 46  
46 47  
47 48  
48 49  
49 50  
50 51  
51 52  
52 53  
53 54  
54 55  
55 56  
56 57  
57 58  
58 59  
59 60  
60 61  
61 62  
62 63  
63 64  
64 65  
65 66  
66 67  
67 68  
68 69  
69 70  
70 71  
71 72  
72 73  
73 74  
74 75  
75 76  
76 77  
77 78  
78 79  
79 80  
80 81  
81 82  
82 83  
83 84  
84 85  
85 86  
86 87  
87 88  
88 89  
89 90  
90 91  
91 92  
92 93  
93 94  
94 95  
95 96  
96 97  
97 98  
98 99  
99 100  
100 101  
101 102  
102 103  
103 104  
104 105  
105 106  
106 107  
107 108  
108 109  
109 110  
110 111  
111 112  
112 113  
113 114  
114 115  
115 116  
116 117  
117 118  
118 119  
119 120  
120 121  
121 122  
122 123  
123 124  
124 125  
125 126  
126 127  
127 128  
128 129  
129 130  
130 131  
131 132  
132 133  
133 134  
134 135  
135 136  
136 137  
137 138  
138 139  
139 140  
140 141  
141 142  
142 143  
143 144  
144 145  
145 146  
146 147  
147 148  
148 149  
149 150  
150 151  
151 152  
152 153  
153 154  
154 155  
155 156  
156 157  
157 158  
158 159  
159 160  
160 161  
161 162  
162 163  
163 164  
164 165  
165 166  
166 167  
167 168  
168 169  
169 170  
170 171  
171 172  
172 173  
173 174  
174 175  
175 176  
176 177  
177 178  
178 179  
179 180  
180 181  
181 182  
182 183  
183 184  
184 185  
185 186  
186 187  
187 188  
188 189  
189 190  
190 191  
191 192  
192 193  
193 194  
194 195  
195 196  
196 197  
197 198  
198 199  
199 200  
200 201  
201 202  
202 203  
203 204  
204 205  
205 206  
206 207  
207 208  
208 209  
209 210  
210 211  
211 212  
212 213  
213 214  
214 215  
215 216  
216 217  
217 218  
218 219  
219 220  
220 221  
221 222  
222 223  
223 224  
224 225  
225 226  
226 227  
227 228  
228 229  
229 230  
230 231  
231 232  
232 233  
233 234  
234 235  
235 236  
236 237  
237 238  
238 239  
239 240  
240 241  
241 242  
242 243  
243 244  
244 245  
245 246  
246 247  
247 248  
248 249  
249 250  
250 251  
251 252  
252 253  
253 254  
254 255  
255 256  
256 257  
257 258  
258 259  
259 260  
260 261  
261 262  
262 263  
263 264  
264 265  
265 266  
266 267  
267 268  
268 269  
269 270  
270 271  
271 272  
272 273  
273 274  
274 275  
275 276  
276 277  
277 278  
278 279  
279 280  
280 281  
281 282  
282 283  
283 284  
284 285  
285 286  
286 287  
287 288  
288 289  
289 290  
290 291  
291 292  
292 293  
293 294  
294 295  
295 296  
296 297  
297 298  
298 299  
299 300  
300 301  
301 302  
302 303  
303 304  
304 305  
305 306  
306 307  
307 308  
308 309  
309 310  
310 311  
311 312  
312 313  
313 314  
314 315  
315 316  
316 317  
317 318  
318 319  
319 320  
320 321  
321 322  
322 323  
323 324  
324 325  
325 326  
326 327  
327 328  
328 329  
329 330  
330 331  
331 332  
332 333  
333 334  
334 335  
335 336  
336 337  
337 338  
338 339  
339 340  
340 341  
341 342  
342 343  
343 344  
344 345  
345 346  
346 347  
347 348  
348 349  
349 350  
350 351  
351 352  
352 353  
353 354  
354 355  
355 356  
356 357  
357 358  
358 359  
359 360  
360 361  
361 362  
362 363  
363 364  
364 365  
365 366  
366 367  
367 368  
368 369  
369 370  
370 371  
371 372  
372 373  
373 374  
374 375  
375 376  
376 377  
377 378  
378 379  
379 380  
380 381  
381 382  
382 383  
383 384  
384 385  
385 386  
386 387  
387 388  
388 389  
389 390  
390 391  
391 392  
392 393  
393 394  
394 395  
395 396  
396 397  
397 398  
398 399  
399 400  
400 401  
401 402  
402 403  
403 404  
404 405  
405 406  
406 407  
407 408  
408 409  
409 410  
410 411  
411 412  
412 413  
413 414  
414 415  
415 416  
416 417  
417 418  
418 419  
419 420  
420 421  
421 422  
422 423  
423 424  
424 425  
425 426  
426 427  
427 428  
428 429  
429 430  
430 431  
431 432  
432 433  
433 434  
434 435  
435 436  
436 437  
437 438  
438 439  
439 440  
440 441  
441 442  
442 443  
443 444  
444 445  
445 446  
446 447  
447 448  
448 449  
449 450  
450 451  
451 452  
452 453  
453 454  
454 455  
455 456  
456 457  
457 458  
458 459  
459 460  
460 461  
461 462  
462 463  
463 464  
464 465  
465 466  
466 467  
467 468  
468 469  
469 470  
470 471  
471 472  
472 473  
473 474  
474 475  
475 476  
476 477  
477 478  
478 479  
479 480  
480 481  
481 482  
482 483  
483 484  
484 485  
485 486  
486 487  
487 488  
488 489  
489 490  
490 491  
491 492  
492 493  
493 494  
494 495  
495 496  
496 497  
497 498  
498 499  
499 500  
500 501  
501 502  
502 503  
503 504  
504 505  
505 506  
506 507  
507 508  
508 509  
509 510  
510 511  
511 512  
512 513  
513 514  
514 515  
515 516  
516 517  
517 518  
518 519  
519 520  
520 521  
521 522  
522 523  
523 524  
524 525  
525 526  
526 527  
527 528  
528 529  
529 530  
530 531  
531 532  
532 533  
533 534  
534 535  
535 536  
536 537  
537 538  
538 539  
539 540  
540 541  
541 542  
542 543  
543 544  
544 545  
545 546  
546 547  
547 548  
548 549  
549 550  
550 551  
551 552  
552 553  
553 554  
554 555  
555 556  
556 557  
557 558  
558 559  
559 560  
560 561  
561 562  
562 563  
563 564  
564 565  
565 566  
566 567  
567 568  
568 569  
569 570  
570 571  
571 572  
572 573  
573 574  
574 575  
575 576  
576 577  
577 578  
578 579  
579 580  
580 581  
581 582  
582 583  
583 584  
584 585  
585 586  
586 587  
587 588  
588 589  
589 590  
590 591  
591 592  
592 593  
593 594  
594 595  
595 596  
596 597  
597 598  
598 599  
599 600  
600 601  
601 602  
602 603  
603 604  
604 605  
605 606  
606 607  
607 608  
608 609  
609 610  
610 611  
611 612  
612 613  
613 614  
614 615  
615 616  
616 617  
617 618  
618 619  
619 620  
620 621  
621 622  
622 623  
623 624  
624 625  
625 626  
626 627  
627 628  
628 629  
629 630  
630 631  
631 632  
632 633  
633 634  
634 635  
635 636  
636 637  
637 638  
638 639  
639 640  
640 641  
641 642  
642 643  
643 644  
644 645  
645 646  
646 647  
647 648  
648 649  
649 650  
650 651  
651 652  
652 653  
653 654  
654 655  
655 656  
656 657  
657 658  
658 659  
659 660  
660 661  
661 662  
662 663  
663 664  
664 665  
665 666  
666 667  
667 668  
668 669  
669 670  
670 671  
671 672  
672 673  
673 674  
674 675  
675 676  
676 677  
677 678  
678 679  
679 680  
680 681  
681 682  
682 683  
683 684  
684 685  
685 686  
686 687  
687 688  
688 689  
689 690  
690 691  
691 692  
692 693  
693 694  
694 695  
695 696  
696 697  
697 698  
698 699  
699 700  
700 701  
701 702  
702 703  
703 704  
704 705  
705 706  
706 707  
707 708  
708 709  
709 710  
710 711  
711 712  
712 713  
713 714  
714 715  
715 716  
716 717  
717 718  
718 719  
719 720  
720 721  
721 722  
722 723  
723 724  
724 725  
725 726  
726 727  
727 728  
728 729  
729 730  
730 731  
731 732  
732 733  
733 734  
734 735  
735 736  
736 737  
737 738  
738 739  
739 740  
740 741  
741 742  
742 743  
743 744  
744 745  
745 746  
746 747  
747 748  
748 749  
749 750  
750 751  
751 752  
752 753  
753 754  
754 755  
755 756  
756 757  
757 758  
758 759  
759 760  
760 761  
761 762  
762 763  
763 764  
764 765  
765 766  
766 767  
767 768  
768 769  
769 770  
770 771  
771 772  
772 773  
773 774  
774 775  
775 776  
776 777  
777 778  
778 779  
779 780  
780 781  
781 782  
782 783  
783 784  
784 785  
785 786  
786 787  
787 788  
788 789  
789 790  
790 791  
791 792  
792 793  
793 794  
794 795  
795 796  
796 797  
797 798  
798 799  
799 800  
800 801  
801 802  
802 803  
803 804  
804 805  
805 806  
806 807  
807 808  
808 809  
809 810  
810 811  
811 812  
812 813  
813 814  
814 815  
815 816  
816 817  
817 818  
818 819  
819 820  
820 821  
821 822  
822 823  
823 824  
824 825  
825 826  
826 827  
827 828  
828 829  
829 830  
830 831  
831 832  
832 833  
833 834  
834 835  
835 836  
836 837  
837 838  
838 839  
839 840  
840 841  
841 842  
842 843  
843 844  
844 845  
845 846  
846 847  
847 848  
848 849  
849 850  
850 851  
851 852  
852 853  
853 854  
854 855  
855 856  
856 857  
857 858  
858 859  
859 860  
860 861  
861 862  
862 863  
863 864  
864 865  
865 866  
866 867  
867 868  
868 869  
869 870  
870 871  
871 872  
872 873  
873 874  
874 875  
875 876  
876 877  
877 878  
878 879  
879 880  
880 881  
881 882  
882 883  
883 884  
884 885  
885 886  
886 887  
887 888  
888 889  
889 890  
890 891  
891 892  
892 893  
893 894  
894 895  
895 896  
896 897  
897 898  
898 899  
899 900  
900 901  
901 902  
902 903  
903 904  
904 905  
905 906  
906 907  
907 908  
908 909  
909 910  
910 911  
911 912  
912 913  
913 914  
914 915  
915 916  
916 917  
917 918  
918 919  
919 920  
920 921  
921 922  
922 923  
923 924  
924 925  
925 926  
926 927  
927 928  
928 929  
929 930  
930 931  
931 932  
932 933  
933 934  
934 935  
935 936  
936 937  
937 938  
938 939  
939 940  
940 941  
941 942  
942 943  
943 944  
944 945  
945 946  
946 947  
947 948  
948 949  
949 950  
950 951  
951 952  
952 953  
953 954  
954 955  
955 956  
956 957  
957 958  
958 959  
959 960  
960 961  
961 962  
962 963  
963 964  
964 965  
965 966  
966 967  
967 968  
968 969  
969 970  
970 971  
971 972  
972 973  
973 974  
974 975  
975 976  
976 977  
977 978  
978 979  
979 980  
980 981  
981 982  
982 983  
983 984  
984 985  
985 986  
986 987  
987 988  
988 989  
989 990  
990 991  
991 992  
992 993  
993 994  
994 995  
995 996  
996 997  
997 998  
998 999  
999 1000

полученное профильное тело развалицовывают в ленту и осуществляют ее формование.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что профильное тело выполняют из меди.

16. Способ по п.14, отличающийся тем, что профильное тело выполнено из серебра.

17. Способ по п.15, отличающийся тем, что поверхность выемок или газов покрывают серебром.

18. Способ изготовления высокотемпературного сверхпроводника, при котором ленту со смесями керамических окислов формуют в трубу, сваривают ее кромки с образованием продольного шва, после чего трубу гофрируют и подвергают температурной обработке для придания сверхпроводящих свойств, отличающийся тем, что для получения указанной ленты используют толстостенное металлическое профильное тело небольшой длины, на его поверхности располагают металлические, предпочтительно серебряные, проводники, закрепляют их пространство между ними заполняют смесью окислов в виде порошка или гранулята, по меньшей мере, содержащие порошок или гранулят, промежуточные пространства закрывают и полученную многослойную заготовку

развалицовывают в ленту и осуществляют ее формование.

19. Способ по п.18, отличающееся тем, что профильное тело выполняют из меди.

20. Способ изготовления высокотемпературного сверхпроводника, при котором ленту со смесями керамических окислов формуют в трубу, сваривают ее кромки с образованием продольного шва, после чего трубу гофрируют и подвергают

10 температурной обработке для приведения сверхпроводящих свойств, отличающийся тем, что для получения указанной ленты в металлическую оболочку помещают расположенные рядом друг с другом состоящие из серебряной оболочки с 15 оксиднокерамическим сердечником проводники, полученное таким образом профильное тело развалицовывают в ленту и осуществляют ее формование.

21. Способ по п.20, отличающийся тем, что оболочки для проводников изготавливают электролитическим путем или путем заливки.

22. Способ по п.20, отличающийся тем, что проводники изготавливают из профильного тела, которое содержит отверстия для оксидно-керамического металла, уменьшенное в поперечном сечении.

25

30

35

40

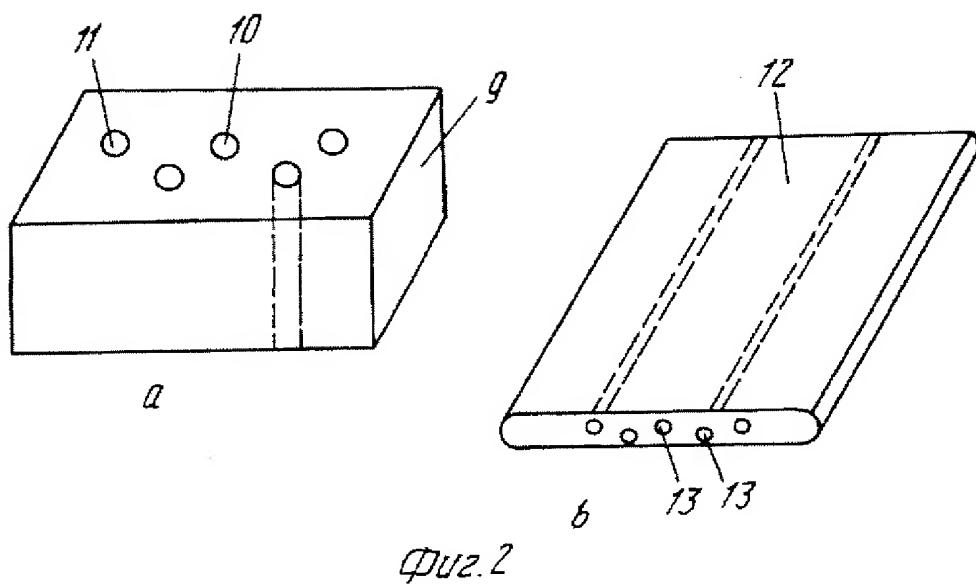
45

50

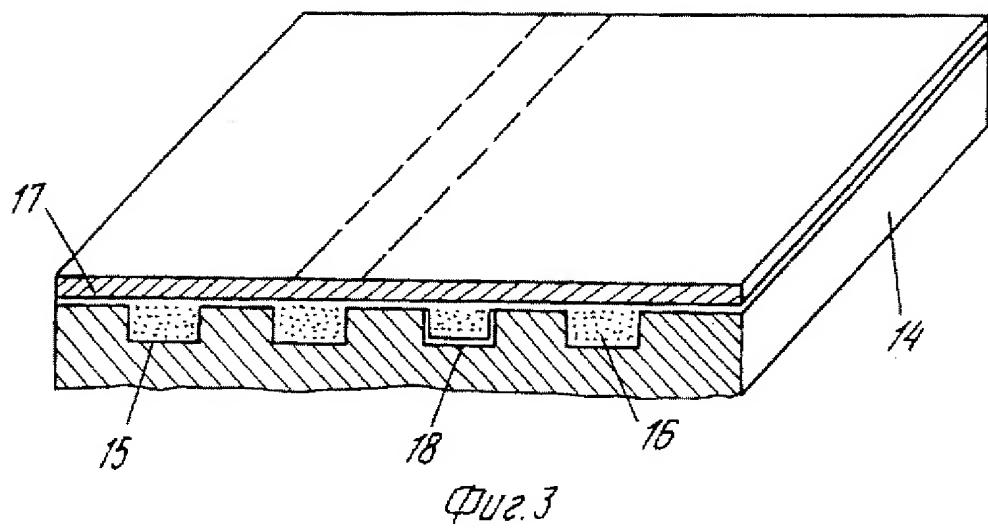
55

60

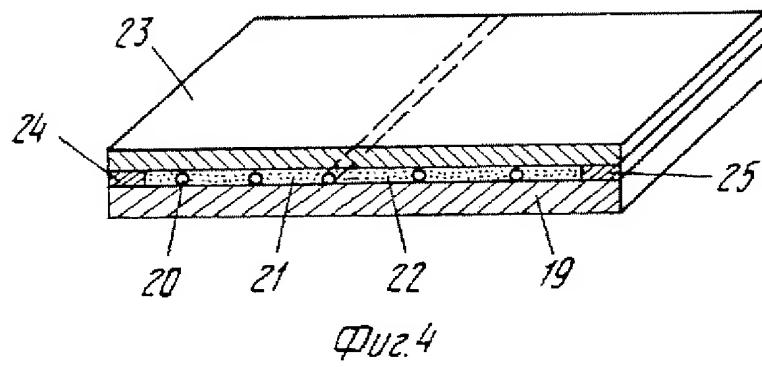
RU 2080673 C1



Фиг.2

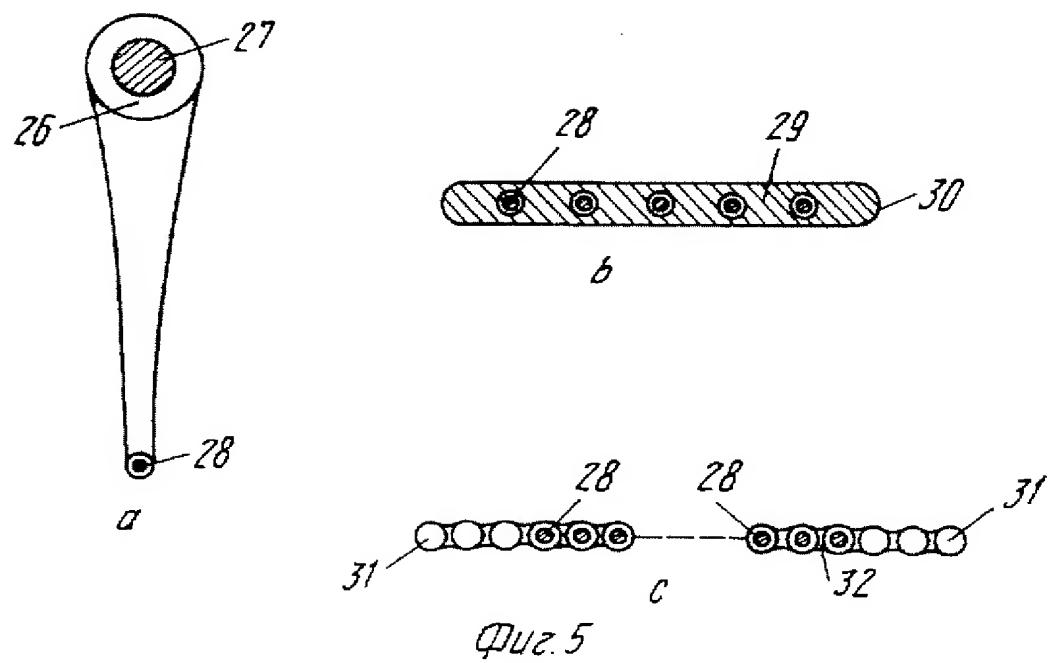


Фиг.3



Фиг.4

RU 2080673 C1



RU 2080673 C1

RU 2080673 C1



(19) RU (11) 2 080 673 (13) С1  
(51) МПК<sup>6</sup> Н 01 В 12/00, С 04 В 35/00

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4831917/07, 24.12.1990  
(30) Приоритет: 27.02.1990 DE P 4006094.2  
(46) Дата публикации: 27.05.1997  
(56) Ссылки: Патент ФРГ N 3716815, кл. Н 01 В 12/00, 1989.

(71) Заявитель:  
Кабельметал Электро ГмбХ (DE),  
Научно-производственное объединение  
"ВНИИКП" (RU)  
(72) Изобретатель: Герхард Цимек[DE],  
Пешков Ильяслав Борисович[RU], Свалов  
Григорий Геннадьевич[RU], Сытников Виктор  
Евгеньевич[RU], Митрохин Валерий  
Алексеевич[RU]  
(73) Патентообладатель:  
Кабельметал Электро ГмбХ (DE),  
Научно-производственное объединение  
"ВНИИКП" (RU)

(54) ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СВЕРХПРОВОДНИК И СПОСОБЫ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)

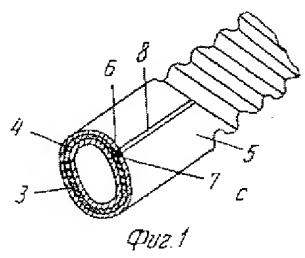
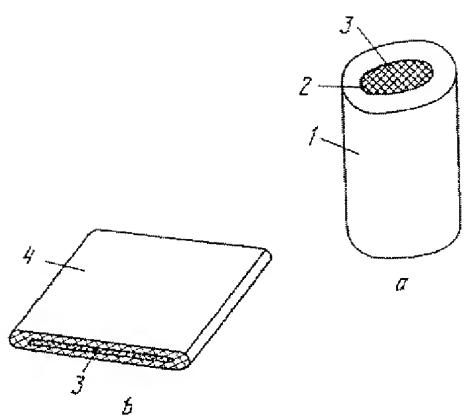
(57) Реферат:

Использование: изобретение относится к высокотемпературному сверхпроводнику и способам его изготовления (вариантам).  
Сущность изобретения:  
высокотемпературный сверхпроводник содержит проводящий элемент на основе смесей керамических окислов, выполненный в виде ламината, и его носитель - металлическую трубу. При этом проводящий элемент расположен в стенке трубы. Способы изготовления сверхпроводника основаны на формировании ленты со смесями керамических окислов в трубу, сваривании ее кромок с образованием продольного шва и термообработке трубы для придания сверхпроводящих свойств. При этом один из способов предусматривает для получения ленты следующие операции: в отверстия, выполненные в толстостенном металлическом теле небольшой длины вводят керамические окислы в виде порошка или гранулята, после чего полученное тело развалицовывают в ленту. Второй способ

предусматривает следующие операции: в металлическое профильное тело с выемками или пазами вводят керамические окислы, выемки или пазы закрывают вторым металлическим профилем, после чего полученное тело развалицовывают в ленту. Следующий способ основан на размещении на профильном теле металлических проводников, пространство между которыми заполняют окислами, закрывают их и полученную многослойную заготовку развалицовывают в ленту. Согласно последнему способу в металлическую оболочку помещают проводники, выполненные из серебряной оболочки, внутри которой расположен оксидно керамический сердечник, полученное профильное тело развалицовывают в ленту и осуществляют ее формирование. Изобретение позволяет повысить надежность защиты оксидно керамического материала от механического повреждения, обеспечить его постоянный контакт с металлической матрицей. 5 с. и 7 з.п. ф-лы, 5 ил.

R U 2 0 8 0 6 7 3 C 1

R U 2 0 8 0 6 7 3 C 1



Фиг. 1

R U 2 0 8 0 6 7 3 C 1